

DEVICE FOR HANDLING MASK OF PROJECTOR FOR LITHOGRAPHY

Patent number: JP2000349022
Publication date: 2000-12-15
Inventor: KUIPER DOEDE FRANS; KUIT JAN JAAP
Applicant: ASM LITHOGRAPHY BV
Classification:
- **international:** H01L21/027; G03F1/14; G03F9/00
- **european:**
Application number: JP20000117825 20000419
Priority number(s):

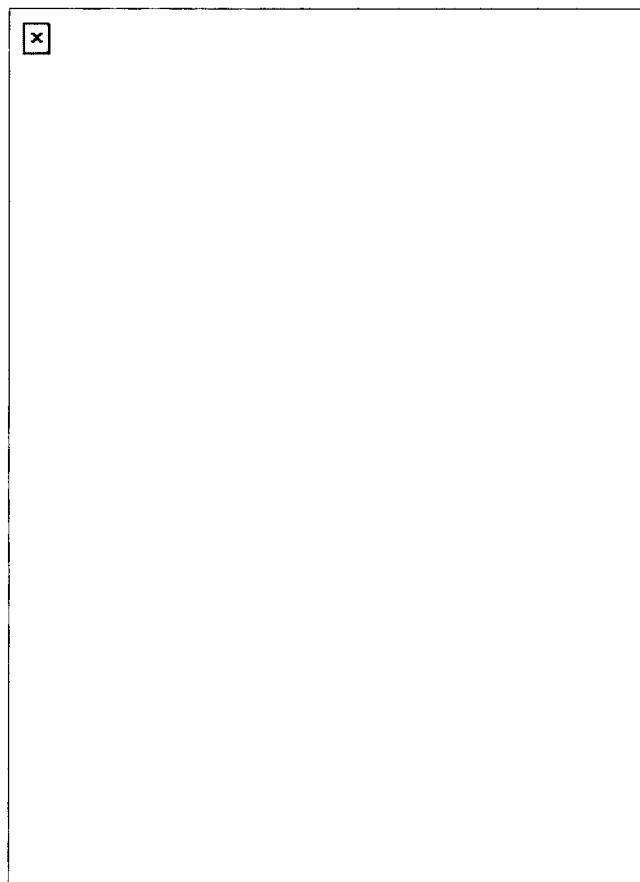
Also published as:

US6414744 (B1)

Abstract of JP2000349022

PROBLEM TO BE SOLVED: To get a mask handler, which brings about the rise of throughput of a board and the improvement of the maintenance cost of the device, by shortening the reticle replacement process very much.

SOLUTION: A projector for lithography includes a mask handling device, 10 for replacing a mask between a load port module for receiving a mask and a mask holder, and the mask handling device 10 has first and second robots 30 and 40 for executing the replacement. The first robot 30 replaces a mask between a load port module 20 and the second robot 40, and the second robot 40 replaces a mask between the first robot 30 and a mask holder. The first robot 30 can carry the mask to an internal mask library 50 or a mask inspection module. This device replaces the mask between the first robot 30 and the second robot 40 or between the second robot 40 and the mask holder, a prealignment unit can detect the position of the mask.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-349022

(P2000-349022A)

(43) 公開日 平成12年12月15日 (2000. 12. 15)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
H 0 1 L 21/027		H 0 1 L 21/30	5 1 4 D
G 0 3 F 1/14		G 0 3 F 1/14	M
9/00		9/00	H
		H 0 1 L 21/30	5 1 4 E

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2000-117825(P2000-117825)

(22) 出願日 平成12年4月19日 (2000. 4. 19)

(31) 優先権主張番号 9 9 2 0 1 2 2 5 . 2

(32) 優先日 平成11年4月21日 (1999. 4. 21)

(33) 優先権主張国 欧州特許庁 (E P)

(71) 出願人 599045866

エイエスエム リトグラフィー ベスロー

テン フェンノートシャップ

オランダ国フェルトホーフエン, デ ルン

1110

(72) 発明者 ドエデ, フランス クイバー

オランダ国 フフト, プリンゼンハーゲ

45

(72) 発明者 ヤン ヤープ クイト

オランダ国 ボックステル, スタペレン

21

(74) 代理人 100066692

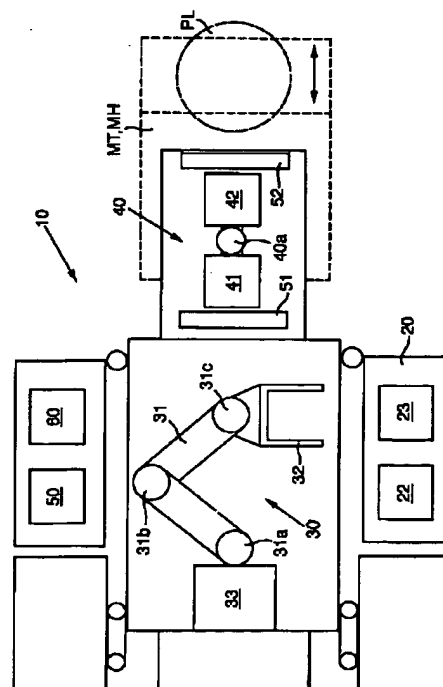
弁理士 浅村 皓 (外3名)

(54) 【発明の名称】 リソグラフィ用投影装置のマスク・ハンドリング装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 レチクル交換プロセスを非常に短くして基板のスループットの向上および装置の維持費の改善をもたらすマスク・ハンドラを提供すること。

【解決手段】 リソグラフィ用投影装置は、マスクを受け取るロード・ポート・モジュールとマスク・ホルダの間でマスクを交換するためのマスク・ハンドリング装置を含み、そのマスク・ハンドリング装置は、その交換を実行するための第1と第2のロボットを有する。第1のロボットは、ロード・ポート・モジュールと第2のロボットの間でマスクを交換し、第2のロボットは第1のロボットとマスク・ホルダの間でマスクを交換する。第1のロボットはマスクを内部マスク・ライブラリおよびマスク検査モジュールに移送することもできる。第1のロボットと第2のロボットの間で、および第2のロボットとマスク・ホルダの間でマスクを交換する時に、プリアライメント・ユニットがマスクの位置を検出することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 マスク中のマスク・パターンの像を基板上に写すためのリソグラフィ用投影装置であって、放射の投影ビームを供給するように構成配置された照明システムと、

マスクを保持するように構成されたマスク・ホルダを備えるマスク・テーブルと、

基板を保持するように構成された基板ホルダを備える基板テーブルと、

前記マスクの照射された部分の像を前記基板の目標部分に写すように構成配置された投影システムと、

マスクを受け取るように構成されたロード・ポート・モジュールを含むマスク・ハンドリング装置であって、前記ロード・ポート・モジュールと前記マスク・ホルダの間でマスクを交換するように構成配置されているマスク・ハンドリング装置とを含み、

前記マスク・ハンドリング装置が第1のロボットと第2のロボットをさらに含み、前記第1のロボットが前記ロード・ポート・モジュールと前記第2のロボットの間でマスクを交換するように構成配置され、さらに前記第2のロボットが前記第1のロボットと前記マスク・ホルダの間でマスクを交換するように構成配置されていることを特徴とするリソグラフィ用投影装置。

【請求項2】 前記第2のロボットが、2つのマスク保持機構を備える請求項1に記載のリソグラフィ用投影装置。

【請求項3】 前記第2のロボットが回転可能である請求項2に記載のリソグラフィ用投影装置。

【請求項4】 前記第2のロボットの各マスク保持機構が、前記第2のロボットと前記マスク・ホルダの間でマスクを交換するように構成されたエレベータを含む請求項2または請求項3に記載のリソグラフィ用投影装置。

【請求項5】 前記エレベータが、マスクの上面を保持するように構成された真空動作のエンド・エフェクタを備える請求項4に記載のリソグラフィ用投影装置。

【請求項6】 前記マスク・ハンドリング装置が、マスクを受け取るように構成された1つまたは複数の追加されたマスク・ステーションをさらに含み、さらに、前記第1のロボットが、前記ロード・ポート・モジュール、前記第2のロボットおよび前記追加されたマスク・ステーションの1つと前記ロード・ポート・モジュール、前記第2のロボットおよび前記追加されたマスク・ステーションの別の1つとの間でマスクを交換するように構成配置されている請求項1から請求項5までのいずれか一項に記載のリソグラフィ用投影装置。

【請求項7】 前記追加されたマスク・ステーションが、1つまたは複数のマスクを保管するように構成配置されたマスク・ライブラリを含む請求項6に記載のリソグラフィ用投影装置。

【請求項8】 前記追加されたマスク・ステーション

が、汚染についてマスクを検査するように構成配置されたマスク検査ステーションを含む請求項6または請求項7に記載のリソグラフィ用投影装置。

【請求項9】 前記第1のロボットが、面内の動きを可能にするような3つの回転ジョイントを備える腕状の構成を有する請求項1から請求項8までのいずれか一項に記載のリソグラフィ用投影装置。

【請求項10】 前記第1のロボットが、前記面に垂直な方向の並行移動を可能にするような直線アクチュエータをさらに含む請求項9に記載のリソグラフィ用投影装置。

【請求項11】 前記マスク・ハンドリング装置が、前記第1のロボット、前記第2のロボットおよび前記マスク・ホルダの1つによって保持されたマスクの位置を検出するように構成配置された少なくとも1つのプリアライメント・ユニットをさらに含み、前記または各プリアライメント・ユニットが、前記第1のロボットおよび前記マスク・ホルダの1つとのマスクの交換を可能にする前記第2のロボットの位置と関連付けられている請求項1から請求項10までのいずれか一項に記載のリソグラフィ用投影装置。

【請求項12】 前記または各プリアライメント・ユニットが、マスクにあるマーカの位置を検出するように構成された少なくとも1つの検出器を含む請求項11に記載のリソグラフィ用投影装置。

【請求項13】 前記または各検出器が、4セル検出器である請求項12に記載のリソグラフィ用投影装置。

【請求項14】 前記プリアライメント・ユニットが、前記マスクのマーカを照明するように配置された少なくとも1つの照明ユニットをさらに含む請求項12または請求項13に記載のリソグラフィ用投影装置。

【請求項15】 放射の投影ビームを供給するように構成配置された照明システムと、

マスクを保持するように構成されたマスク・ホルダを備えるマスク・テーブルと、

基板を保持するように構成された基板ホルダを備える基板テーブルと、

前記マスクの照射された部分の像を前記基板の目標部分に写すように構成配置された投影システムと、

マスクを受け取るように構成されたロード・ポート・モジュールを含むマスク・ハンドリング装置であって、前記ロード・ポート・モジュールと前記マスク・ホルダの間でマスクを交換するように構成配置されているマスク・ハンドリング装置とを含むリソグラフィ用投影装置を使用してデバイスを製造する方法であって、

前記マスク・ホルダにパターンを有するマスクを供給するステップと、

放射線感応性材料の層で少なくとも部分的に覆われた基板を前記基板テーブルに供給するステップと、

前記マスク・パターンの少なくとも一部の像を前記基板

の目標部分に投影するために照射の前記投影ビームを使用するステップとを含み、
前記マスク・ホルダにパターンを有するマスクを供給する前記ステップが、
前記ロード・ポート・モジュールに前記マスクを供給するサブ・ステップと、
前記マスク・ハンドリング装置に設けられた前記ロード・ポート・モジュールと第2のロボットの間で前記マスクを交換するために前記マスク・ハンドリング装置に設けられた第1のロボットを使用するサブ・ステップと、
前記第1のロボットと前記マスク・ホルダの間で前記マスクを交換するために前記第2のロボットを使用するサブ・ステップとを含むことを特徴とする方法。

【請求項16】 請求項15に記載の前記方法により製造されたデバイス。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、マスク中のマスク・パターンの像を基板上に写すためのリソグラフィ用投影装置で使用されるマスク・ハンドリング装置に関し、前記リソグラフィ用投影装置は、放射の投影ビームを供給するように構成配置された照明システムと、マスクを保持するように構成されたマスク・ホルダを備えるマスク・テーブルと、基板を保持するように構成された基板ホルダを備える基板テーブルと、マスクの照射された部分の像を基板の目標部分に写すように構成配置された投影システムと、マスクを受け取るように構成されたロード・ポート・モジュールを含むマスク・ハンドリング装置であって、そのロード・ポート・モジュールとマスク・ホルダの間でマスクを交換するように構成配置されているマスク・ハンドリング装置とを含む。

【0002】

【従来の技術】リソグラフィ用投影装置は、例えば集積回路（IC）の製造で使用することができる。そのような場合に、マスク（レチクル）には、ICの個々の層に対応する回路パターンが含まれ、次に、このパターンの像を感光材料（レジスト）の層で被覆された基板（シリコン・ウェーハ）上の目標領域（ダイ）に写すことができる。一般に、単一のウェーハが網の目状の隣接するダイ全体を含み、それらのダイが、一度に1つずつ連続的にレチクルを通して照射される。1つのタイプのリソグラフィ用投影装置では、レチクル・パターン全体を一括してダイに露光して各ダイを照射する。このような装置は、一般に、ウェーハ・ステッパと呼ばれる。一般に走査型ステップ式装置と呼ばれる別の装置では、投影ビームを受けているレチクル・パターンを所与の基準方向（「走査」方向）に連続的に走査し、一方で、ウェーハ・テーブルをこの方向と平行にまたは逆平行に同期的に走査して各ダイを照射する。一般に、投影システムの拡大率はM（一般に、 < 1 ）であるので、ウェーハ・テ-

ブルを走査する速度レはレチクル・テーブルを走査する速度の拡大率M倍となる。ここに述べたようなリソグラフィ用装置に関して、国際特許出願WO97/33205からもっと多くの情報を収集することができる。

【0003】リソグラフィ用装置では、例えば紫外（UV）放射、極紫外（EUV）放射、X線、イオン・ビームまたは電子ビームなどの様々な種類の投影用放射を使用することができる。使用される放射の種類および装置の特殊な設計要件に応じて、投影システムは、例えば、屈折型、反射型、またはカタディオプトリック型とすることができ、ガラス構成要素、斜入射反射鏡、選択的多層コーティング、磁界レンズおよび／または電界レンズなどを含むことができる。簡単にするために、本明細書ではこのような構成要素を、単独でまたはひとまとめにしておおざっぱに「レンズ」と呼ぶことができる。

【0004】極く最近まで、この種の装置は単一のマスク・テーブルおよび単一の基板テーブルを含んでいた。しかし、現在利用できるようになっている機械には、少なくとも2つの独立に動かせる基板テーブルがある。例えば、国際特許出願WO98/28665およびWO98/40791に記載されたマルチ・ステージ装置を参照されたい。このようなマルチ・ステージ装置の背後にある基本的な動作原理は、第1の基板テーブルが、そのテーブルの上にある第1の基板を露光することができるように、投影システムの下にある間に、第2の基板テーブルがローディング位置に行き、露光された基板を降ろし、新しい基板を取り上げ、新しい基板について初期のアライメント測定を行い、次に、第1の基板の露光が完了すると直ぐに、投影システムの下での露光位置にこの新しい基板を移送すべく待機する。そして、このサイクルが繰り返される。このようにして、実質的に機械のスループットの向上を達成することができる。これにより、一方では、機械の維持費が改善される。また、装置は、2以上のマスク・テーブルを備えることができ、さらに真空中で動作する構成要素を含むことができるので、それに対応して真空適合可能になる。

【0005】像を写すために別のマスク・パターンが必要であるが、そのマスク・パターンがマスク・テーブルにあるマスクにない場合には、マスク・テーブル上のマスクを別のマスクに交換する。マスク・テーブルにあるマスクをマスク・テーブルから降ろし、別のマスクをある場所から持って来てマスク・テーブルにロードしなければならない。交換プロセスには時間がかかる可能性があり、それによって、リソグラフィ用投影装置のスループットが減少することになる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、レチクル交換プロセスを非常に短くして基板のスループットの向上およびそれによる装置の維持費の改善をもたらすことができるリソグラフィ用投影装置中のマスク・ハン-

ドラを提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、マスク中のマスク・パターンの像を基板上に写すためのリソグラフィ用投影装置が提供され、前記装置は、放射の投影ビームを供給するように構成配置された照明システムと、マスクを保持するように構成されたマスク・ホルダを備えるマスク・テーブルと、基板を保持するように構成された基板ホルダを備える基板テーブルと、マスクの照射された部分の像を基板の目標部分に写すように構成配置された投影システムと、マスクを受け取るように構成されたロード・ポート・モジュールを含むマスク・ハンドリング装置であって、そのロード・ポート・モジュールとマスク・ホルダの間でマスクを交換するように構成配置されたマスク・ハンドリング装置とを含み、そのマスク・ハンドリング装置が第1のロボットと第2のロボットをさらに含み、第1のロボットがロード・ポート・モジュールと第2のロボットの間でマスクを交換するように構成配置され、第2のロボットが第1のロボットとマスク・ホルダの間でマスクを交換するように構成配置されていることを特徴とする。

【0008】第1および第2のロボットにより、ロード・ポート・モジュールのマスクとマスク・テーブルのマスクの同時交換が可能になる。マスク・テーブル上のマスクを別のマスクに交換すべき瞬間に、第1のロボットが第2のロボットに新しいマスクを手渡すように構成を設計することができる。両方のロボットは、マスク・ハンドリング・シーケンスにおけるそれらの固有の作業に適するように設計することができる。第2のロボットは、マスク・テーブルのマスク・ホルダへの実際の移送が非常に高速かつ効率良く行われるように構成される。

【0009】そのような第2のロボットの実施形態は2つのマスク保持機構を備え、それによって、マスク・テーブルから一方のマスク保持機構にマスクをアンロードする前に、またはその間に、他方のマスク保持機構に新しいマスクを入れることができるようになる。アンロードされたマスクの除去と新しいマスクの供給とは、1つのクイック・アクションで行われる。第2のロボットは例えばカルーセルのように回転可能で、単一の回転で非常に迅速に効率よく新しいマスクをマスク・テーブルに移送するのが好ましい。

【0010】他の実施形態では、第2のロボットの各マスク保持機構が、第2のロボットとマスク・ホルダの間でマスクを交換するように構成されたエレベータを含み、そのエレベータはマスクの上面を保持するように構成された真空動作のエンド・エフェクタを備えることができる。

【0011】ロード・ポート・モジュール、ロボットおよびマスク・ホルダは、マスクを受け取るように構成されたマスク・ステーションであると理解することができ

る。さらに他の実施形態では、マスク・ハンドリング装置はマスクを受け取るように構成された1つまたは複数の追加されたマスク・ステーションを含み、第1のロボットは、ロード・ポート・モジュール、第2のロボットおよび追加されたマスク・ステーションの1つとロード・ポート・モジュール、第2のロボットおよび追加されたマスク・ステーションの別の1つとの間でマスクを交換するように構成配置されている。追加されたマスク・ステーションは、1つまたは複数のマスクを保管するように構成配置されたマスク・ライブラリ、および/またはマスクの汚染を検査するように構成配置されたマスク検査ステーションを含むことができる。このような追加されたマスク・ステーションによりマスク・ハンドラの機能性は向上し、2ロボット構成により、マスク・テーブルにあるマスクの実際の交換が非常に高速に行われている間に、様々なステーションの間でマスクを交換することができるように第1のロボットを構成することができるようになる。

【0012】好都合に構成された第1のロボットは、面内での動きを可能にするように3つの回転ジョイントを備えた腕状の構成をしている。そのような構成によって、第1のロボットが動く面内でアクセスすることができるよう配置された様々なマスク・ステーションの間で簡単にマスクを交換することができるようになる。それによって、マスク・ステーションが設けられる少なくともそのような面内でマスクの平行移動が可能になる。また、それによって、前記の面に垂直な軸のまわりでマスクを回転して、マスクを効率よく方向づけしてマスク・ステーションに向かって平行移動することもできるようになる。第1のロボットは、さらに、前記の面に垂直な方向の平行移動を可能にするような直線アクチュエータを含み、様々な高さにオフセットしているマスク・ステーションに、または1つのマスク・ステーション内で、例えばマスク・ライブラリ内で様々な高さのレベルにアクセスすることができるようになる。

【0013】交換中に第1と第2のロボットを互いに位置合わせすることができるようにするために、さらに、第2のロボットとマスク・ホルダを互いに位置合わせすることができるようにするために、マスク・ハンドリング装置は、第1のロボット、第2のロボットおよびマスク・ホルダの1つが保持するマスクの位置を検出するように構成配置された少なくとも1つのプリアライメント・ユニットをさらに含むことが好ましく、そのプリアライメント・ユニットまたは各プリアライメント・ユニットは、第1のロボットおよびマスク・ホルダの1つとのマスクの交換を可能にする第2のロボットの位置と関連付けられる。

【0014】本発明のさらに他の局面によれば、放射の投影ビームを供給するように構成配置された照明システムと、マスクを保持するように構成されたマスク・ホル

ダを備えるマスク・テーブルと、基板を保持するように構成された基板ホルダを備える基板テーブルと、マスクの照射された部分の像を基板の目標部分に写すように構成配置された投影システムと、マスクを受け取るように構成されたロード・ポート・モジュールを含むマスク・ハンドリング装置であって、そのロード・ポート・モジュールとマスク・ホルダの間でマスクを交換するように構成配置されたマスク・ハンドリング装置とを含むリソグラフィ用投影装置を使用してデバイスを製造する方法が提供される。前記の方法は、マスク・ホルダにパターンを有するマスクを供給するステップと、放射線感応性材料の層で少なくとも部分的に覆われた基板を基板テーブルに供給するステップと、マスク・パターンの少なくとも一部の像を基板上の目標部分に投影するために照射の投影ビームを使用するステップとを含み、マスク・ホルダにパターンを有するマスクを供給する前記ステップが、ロード・ポート・モジュールにマスクを供給するサブ・ステップと、マスク・ハンドリング装置内に設けられたロード・ポート・モジュールと第2のロボットとの間でマスクを交換するために、マスク・ハンドリング装置内に設けられた第1のロボットを使用するサブ・ステップと、第1のロボットとマスク・ホルダの間でマスクを交換するために第2のロボットを使用するサブ・ステップとを含むことを特徴とする。

【0015】リソグラフィ用投影装置を使用する製造プロセスで、エネルギー敏感材料（レジスト）の層で少なくとも部分的に覆われている基板上にマスク中のパターンの像を写す。この像形成ステップの前に、基板は、下塗り、レジスト・コーティングおよびソフト・ベークなどの様々な手順を経ることができる。露光後、基板は、露光後ベーク（PEB）、現像、ハード・ベークおよび形成された像の特徴の測定／検査などの他の手順にかけることができる。デバイス、例えば集積回路の個々の層のパターンを形成するための基礎として、この一連の手順を使用する。次に、そのようにパターン形成された層は、エッチング、イオン注入（ドーピング）、メタライゼーション、酸化、化学機械研磨、その他の様々な手順、すなわち個々の層を完成するための全ての手順にかけることができる。いくつかの層が必要な場合は、全手順、またはその変形手順を各新しい層に対して繰り返さなければならない。最終的には、デバイスの列が基板（ウェーハ）上にできる。次に、これらのデバイスは、ダイシングまたはソーイング（鋸引き）などの方法で互いに分離する。それから、個々のデバイスは、ピンに接続された支持体などに取り付けることができる。このようなプロセスに関するさらに詳しい情報は、例えば、「Microchip Fabrication: A Practical Guide to Semiconductor Processing」, Third Edition, by Peter van Zan

t, McGraw Hill Publishing Co., 1997, ISBN 0-07-067250-4の本から得ることができる。

【0016】上記ではICの製造における本発明による装置の使用を具体的に参照したが、この装置には多くの他の可能な用途があることを明確に理解すべきである。例えば、光集積装置、磁気ドメイン・メモリ用の誘導検出パターン、液晶表示パネル、薄膜磁気ヘッド、その他の製造で、この装置を使用することができる。当業者は理解するであろうが、そのような別の用途の関係では、本文における「レチクル」、「ウェーハ」または「ダイ」という用語の使用は、いずれもより一般的な用語である「マスク」、「基板」および「目標領域」でそれぞれ置き換えられるものと考えべきである。

【0017】本発明およびその付随的な利点を、さらに例示的な実施形態および添付の模式的な図面を用いて説明する。図面では同じ参照数字は同一または同様の部分を示す。

【0018】

【発明の実施の形態】本発明によるリソグラフィ用投影装置を図1に模式的に示す。装置は、放射（例えば、波長が365nm、248nm、193nmまたは157nmである紫外光）の投影ビームPBを供給するための照明システムLA、Ex、IN、COと、マスクMA（例えば、レチクル）を保持するためのマスク・ホルダを備えるマスク・テーブルMTと、基板W（例えば、レジストで被覆されたシリコン・ウェーハ）を保持するための基板ホルダを備える基板テーブルWTと、マスクMAの照射された部分の像を基板Wの目標部分C（ダイ）に写すための投影システムPL（例えば、レンズまたはカタディオプトリック・システム、またはミラーの組）とを含む。

【0019】この場合に、図示された装置は屈折型構成要素を含むが、代わりに1つまたは複数の反射型構成要素を含むことができる。

【0020】照明システムは、放射のビームを生成する放射源LAを含む。このビームは、様々な光学構成要素（例えば、ビーム成形光学部品類Ex、インテグレートINおよび集光レンズCO）に沿って透過して、結果として生じたビームPBは実質的に平行となり、その断面全体にわたって一様な強度になる。

【0021】ビームPBは、その次に、マスク・テーブルMTのマスク・ホルダに保持されているマスクMAと交わる。ビームPBは、マスクMAを通過した後で、投影システムPLを通過する。その投影システムPLはビームPBを基板Wの目標領域Cに収束させる。干渉計を使用した変位および測定の手段IFを使用して、例えばビームPBの経路に様々な目標領域Cを位置付けるように、基板テーブルWTを正確に移動することができる。

【0022】図示された装置は2つの異なるモードで使

用することができる。1. ステップ・モードでは、マスク・テーブルMTを固定し、マスク全体の像を一括して（すなわち、単一の「フラッシュ」で）目標領域Cに投影する。次に、異なる目標領域Cを（静止した）ビームPBで照射することができるように、基板テーブルWTをx方向および／またはy方向にシフトする。2. 走査モードでは単一の「フラッシュ」で所与の目標領域Cを露光しないこと以外は、基本的には同じ筋書が適用される。その代わりに、マスク・テーブルMTが所与の方向（いわゆる「走査方向」、例えば、x方向）に速度 v で移動可能であり、その結果、マスクの像にわたって投影ビームPBが走査するようになる。同時に、基板テーブルWTを同じ方向または反対方向に速度 $V=Mv$ で同時に移動させる。ここで、Mは投影システムPLの倍率である（一般には、 $M=1/4$ または $1/5$ ）。このようにして、分解能について妥協する必要なく、比較的大きな目標領域Cを露光することができる。

【0023】図2に、マスク・ハンドリング装置すなわちマスク・ハンドラ10、および、投影システムPLおよびマスク・ホルダMHを含むマスクテーブルMTに対するマスク・ハンドラの位置をより詳細に示す。マスク・ハンドラ10は、ロード・ポート・モジュール20、腕31およびマスクを保持するためのエンド・エフェクタ32を有する第1のロボット30、ならびに第1および第2のマスク保持機構41、42を有する第2のロボット40を含む。図2に、さらに、マスク・ハンドラ10の一部である内部マスク・ライブラリ50およびマスク検査モジュール60を示す。マスク・ライブラリ50およびマスク検査モジュール60はオプションであり、マスク・ハンドラ10に追加の機能性を付加して、それぞれマスクの追加された内部保管およびマスクの汚染の検査を可能にする。また、それらをハンドラから省くこともできる。

【0024】閉じたキャリア・ボックス内の実際のマスク・キャリア機構中に1つまたは複数のマスク（レチクル）を含む標準の底部が開くキャリア・ボックスを使用して、マスクをマスク・ハンドラ10に供給することができる。マスクを含むキャリア・ボックスを受け取るために、2つのロード・ポート22、23がロード・ポート・モジュール20にあるのが示されている。ロード・ポート22、23はボックスから実際のキャリア機構をおろすためのエレベータを備え、さらに、マスク・キャリア機構からマスクを取り出す時に素早くマスクを識別するためのバーコード・リーダ、機械の安全を実現するためのセンサおよびベリクル・フレーム寸法を検査するためのセンサを備えている。さらに追加のマスクを保管できるようにするために、3つ以上のロード・ポートを設けることができる。また、単一のロード・ポートを設けることもできる。ロード・ポート・モジュール20が1つまたは複数のマスクを含むキャリア・ボックスを受

け取った時に、第1のロボット30を使用してキャリア・ボックスのおろされたマスク・キャリア機構からマスクを取り出すことができる。その次に、第1のロボット30でマスクを内部マスク・ライブラリ50、マスク検査モジュール60または第2のロボット40に移送することができる。

【0025】内部マスク・ライブラリ50により、マスクの保管容量の追加が可能になり、第1のロボット30はライブラリに保管されたマスクに速くアクセスすることができる。さらに、それにより、マスクをマスク・ホルダおよびテーブルと同じ温度にするようにマスク温度調整が可能になる。マスクがマスク・ホルダに保持された時に、リソグラフィ用装置の像形成プロセスの精度に影響を与える可能性のあるマスクの歪みおよび変形を防ぐために、それぞれの温度は同じでなければならない。マスクの温度調整および清浄度を得るために、マスク・ライブラリ50を空気などのクリーンなガスで常にバージする。さらに、マスク・ライブラリは、リソグラフィ用装置が動作していない時には閉じる保護カバーを有し、起動中の在庫目録の作成および／またはデータ紛失からの回復を速くするために、それ自身のバーコード・リーダを備えている。

【0026】マスク検査モジュール60では、例えばマスクがマスク・テーブルMTに移送される前に、マスクの汚染を検査することができる。マスク検査モジュール60は、マスク上に集束されるレーザなどの光源に対して検査モジュール内でマスクを動かすための専用のロボットを含む。存在するあらゆる汚染物で散乱された光を適当な検出器で検出する。検査モジュールのロボットは、さらに、検査するマスクを光源の集束面に移動することができる。検査モジュール60のロボットと第1のロボット30の間でマスクを交換するために、検査モジュールに受動的なマスク・テーブルが設けられている。ハード・ワイヤードの電子センサおよびそれぞれの信号によって、交換中の安全が実現される。

【0027】第1のロボット30、すなわちマスク・ハンドリング・ロボットは、腕状の構成を有するクリーン・ルームに適合したロボットである。図2は、ロボットの腕31が肩のジョイント31a、ひじのジョイント31bおよび手首のジョイント31cを含み、図面の面内での動きを可能にしていることを示す。腕31は、図面の面に垂直な方向での動きを可能にするために、直線2アクチュエータに取り付けられている。エンド・エフェクタ32は360°の回転を可能にする手首のジョイント31cに配置され、マスクを位置決めすることができるフォーク状の構成をしている。さらに図3に平面図で示すように、フォークの手首ジョイント31cと反対側にあるボス35に突き合わせることで、および手首ジョイント31cに隣接する側に配置された空気圧プランジャ36の機械的な作用によって、マスクMAがボスとブラ

ンジャの間に抱え込まれるように、マスクMAはフォーク状の構成に保持される。図3にマスクMAを破線で示す。また、プランジャ36はマスクの存在を検出する。エンド・エフェクタ32のまわりに安全棒（図示せず）が配置されて、較正および衝突時の過剰な力からマスクおよびエンド・エフェクタを保護する。マスクのどのような宛先の相対的な位置も自動的に較正するために、および、力および／またはトルクが予め設定した値を超えた場合に、装置およびマスクの安全の目的で第1のロボット30を止めるために、マスク・ハンドリング・ロボット30はトルク／力センサをさらに含む。さらに安全にするために、エンド・エフェクタ32は、エンド・エフェクタがマスクまたはその環境に及ぼす力および／またはトルクを物理的に制限し、かつその場合にロボット30を停止するブレークアウト機構を備えている。

【0028】第2のロボット40、すなわちマスク交換ロボットは2つのマスク保持機構41、42を含み、そのマスク保持機構41、42は、真空動作のエンド・エフェクタ41a、42aを有するエレベータの形を取り、マスクMAの上面を真空によって効果的に保持する。第2のロボット40の側面図をさらに図4aに示す。マスクMAは破線で示す。このようなマスク保持機構41、42により、マスク・テーブルMTのマスク・ホルダMH上にマスクをおろすことで、マスクの効率的な移送が可能になる。硬質の陽極酸化コーティングを施したアルミニウムの真空動作エンド・エフェクタ41a、42aは、優れた清浄度の動作を実現することが証明された。真空でマスクMAを保持するための真空室の組43、44を有するエンド・エフェクタ41a、42aの前面図を図4bに示す。さらに、第2のロボット40は、回転軸40aの両側に対称に位置付けられた両方のマスク保持機構41、42を有する回転カールセルとして構成する。

【0029】真空を失うことに対して頑強にするために、ロボット40は真空ポンプ49に接続された独立した引き回しの真空配管45、46を有する独立した真空室の2つの組43、44を、各エンド・エフェクタ41a、42aについて備えている。各組はマスクの重さを乗せるのに十分である。図5にエンド・エフェクタ41aの底面図を模式的に示す。エンド・エフェクタ42aも全く同じである。さらに、ロボット40に配置された受動的な真空槽47、48は、真空の変動を緩衝し、真空を失った後の短い時間の間、例えば30秒間、マスクを維持する容量を備えている。内蔵の緊急用真空ポンプは、機械の真空を失った後で起動し、さらに、機械の主電源が切れた場合は、遮断不可能な電源から電力が供給される。内蔵センサおよび局所的な電子回路は、エンド・ストローク違反の場合に、垂直方向の力が大きすぎた場合に、または速度が大きすぎた場合に、ロボット40を止めて機械およびマスクの安全を実現する。安全用電

子回路は、センサごとの制限、および特定の組合わせでの制限の違反がないか全てのセンサを検査し、必要な場合は、直ちにアクチュエータの動きを止める。

【0030】図6a、6bおよび6cを参照して、マスク・テーブルMTにあるマスクMA1を別のマスクMA2に交換するシーケンスを説明する。第1のステップで、マスクMA1が像形成プロセスにまだ使用されていて、投影システムPLの上にある間に、マスク・ハンドリング・ロボット30でマスクMA2をマスク交換ロボット40のマスク保持機構41に移送する。マスクMA1がまだ投影システムPLの上にある間に、マスクMA2をロボット40に移送した後の状況を図6aに示す。像形成すなわち露光プロセスが完了すると、マスク・テーブルMTは、図6bに示されるようにアンロード位置に達し、真空動作エンド・エフェクタおよびロボット40のマスク保持機構42のエレベータを使用してマスクMA1をマスク・ホルダMHから引き出す。最初に、マスク・テーブルの真空保持マスクMA1を解放し、次にエンド・エフェクタの真空を動作させるべきである。続いて、図6cに示されるように第2のロボット40を180°回転させ、マスクMA2をマスク保持機構41のエレベータでマスク・テーブルMTにおろす。マスク保持機構41の真空動作エンド・エフェクタの真空を解放し、マスク・テーブルの真空を動作させてマスクMA2をマスク・テーブルMT上に保持する。次に、マスク・テーブルMTは、次の像形成サイクルすなわち露光サイクルのために、投影システムPLの上のその場所に戻る。次のステップで、マスクMA1をロボット30でロボット40からロード・ポート・モジュール20、マスク検査モジュール60、および内部マスク・ライブラリ50のいずれか1つに交換する。マスク・テーブルでのマスクの実際の交換は、専用のマスク交換ロボット30が実行し、非常に高速に効率良く行われる。

【0031】第1のロボット30と第2のロボット40の間、および第2のロボット40とマスク・テーブルMTの間でのマスク交換では、第1のロボットと第2のロボット、および第2のロボットとマスク・テーブルをそれぞれ位置合せしなければならない。このために、マスク・ハンドリング装置10は、動作原理が全く同じである2つのプリアライメント・ユニット51、52を備えている。各プリアライメント・ユニットは、非常に均一で比較的大きな光点を生成する2つの照明ユニット55、56（例えばLED）および2つの4セル検出器57、58を含む。その各4セル検出器はそれぞれの照明ユニットの下に配置され、他方の4セル検出器から所定の距離に配置されている。両方の4セル検出器の間の距離は、マスクMA上の2つのマーカ61、62の間の距離に対応し、両方のマーカは十文字の形をし、マスクの透明部分に配置されている。図7はプリアライメント・ユニット内の照明ユニット55、56および4セル検出

器57、58の構成、および照明ユニットと4セル検出器の間にあるマーカ61、62を有するマスクMAを示す。位置合せされた基準位置では、マーカの十文字の陰が、対応する4セル検出器の4セルの境界に投影される。各4セルの出力信号を入射照明強度に対して規格化する。プリアライメント・ユニット51、52は、マスク・ハンドラ10に対して固定するように配置する。

【0032】マスクを第1のロボット30から第2のロボット40に移送する場合には、ロボット30のエンド・エフェクタ32にあるマスクの位置決めをプリアライメント・ユニット51内で行う。4セル検出器の出力を読むことで、それぞれの4セル検出器57、58に対するマーカ61、62の実際の位置、したがってアライメント・ユニット51に対するマスクの実際の位置が分かる。次に、マスクが4セル検出器の上の基準位置に位置付けられるように、第1のロボット30でそのエンド・エフェクタ32およびエンド・エフェクタが保持するマスクの位置を調整する。このような基準位置は、第1のロボット30とマスクを交換するように位置付けされた時の第2のロボット40のマスク保持機構と位置合せした状態に配置されたマスク・ハンドリング装置の初期セット・アップの状態である。その後、マスクは第2のロボット40に移送することができる。

【0033】マスクを第2のロボット40からマスク・テーブルMTに移送する場合には、マスク・テーブルに移送するために第2のロボットにあるマスクの位置を上記のアライメント・ユニット51と全く同じに構成されたアライメント・ユニット52で測定する。マスク・テーブルの位置をマスクの検出された位置に合うように調節し、上記のようにマスクをマスク・テーブルに移送する。エンド・エフェクタをエレベータに連結する特殊なコンプライアンス機構(図示せず)およびマスク・テーブルのガイド機構は、マスク・テーブルMTと第2のロボット40の間に残る可能性があるどのような位置合せ不良にも適応する。マスクをマスク・テーブルから第2のロボットに移送するために、4セル検出器の出力を読むことで、マスクを保持するマスク・テーブルをアライメント・ユニット52内の基準位置に位置合せし、その後でマスクを第2のロボット40に移送する。第2のロボット40だけは回転することができる。第1のロボット30およびマスク・テーブルMTは、状況に応じて移動してどのような位置合せ不良も補償する。

【0034】マスク・ハンドリング装置10により、図2で識別することができる適当な組立ブロックを交換することで、左操作または右操作の機械に容易に再構成することができる。さらに、15.2cm(6インチ)および22.9cm(9インチ)のマスク(レチクル)の両方を単一の機械で使用できるように、および本装置をクラス1のクリーン・ルームで動作させることができるように、様々な組立ブロックを設計すること

ができる。本マスク・ハンドリング装置の主な特徴は、マスクの汚染の検査、マスク・キャリアの在庫表の作成、マスクのプリアライメントおよびマスクの交換を並列に処理することによる非常に速いマスク交換および生産性の向上である。

【0035】上記で本発明の特定の実施形態を開示したが、本発明を上記以外で実施できることは理解されるであろう。説明は本発明を限定するために意図されたものではない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるリソグラフィ用投影装置を模式的に示す図である。

【図2】図1のリソグラフィ用投影装置のマスク・ハンドリング装置を模式的に示す平面図である。

【図3】図2のマスク・ハンドリング装置の第1のロボットのエンド・エフェクタをより詳細に示す図である。

【図4a】図2のマスク・ハンドリング装置の第2のロボットを示す側面図である。

【図4b】図4aの第2のロボットのエンド・エフェクタを示す前面図である。

【図5】図4aおよび4bのエンド・エフェクタを模式的に示す底面図である。

【図6a】図2のマスク・ハンドリング装置の第2のロボットを使用するマスク・テーブルの交換シーケンスを模式的に示す図である。

【図6b】図2のマスク・ハンドリング装置の第2のロボットを使用するマスク・テーブルの交換シーケンスを模式的に示す図である。

【図6c】図2のマスク・ハンドリング装置の第2のロボットを使用するマスク・テーブルの交換シーケンスを模式的に示す図である。

【図7】図2のマスク・ハンドリング装置のプリアライメント・ユニットに保持されたマスクを示す図である。

【符号の説明】

- 10 マスク・ハンドリング装置(マスク・ハンドラ)
- 20 ロード・ポート・モジュール
- 22, 23 ロード・ポート
- 30 第1のロボット
- 31 第1のロボットの腕
- 31a 肩のジョイント
- 31b ひじのジョイント
- 31c 手首のジョイント
- 32 エンド・エフェクタ
- 35 ボス
- 36 空気圧プランジャ
- 40 第2のロボット
- 40a 回転軸
- 41 マスク保持機構
- 41a エンド・エフェクタ
- 42 マスク保持機構

42a エンド・エフェクタ

44 真空室

43 真空室

45 真空配管

46 真空配管

47 真空槽

48 真空槽

49 真空ポンプ

50 内部マスク・ライブラリ

51 プリアライメント・ユニット

52 プリアライメント・ユニット

55 照明ユニット

56 照明ユニット

57 4セル検出器

58 4セル検出器

60 マスク検査モジュール

61 マーカ

62 マーカ

C 基板の目標領域(ダイ)

CO 照明システム(集光レンズ)

Ex 照明システム(ビーム成形光学部品類)

IF 変位および測定の手段

IN 照明システム(インテグレータ)

LA 照明システム(放射源)

MA マスク

MA1 マスク

MA2 マスク

MH マスク・ホルダ

MT マスク・テーブル

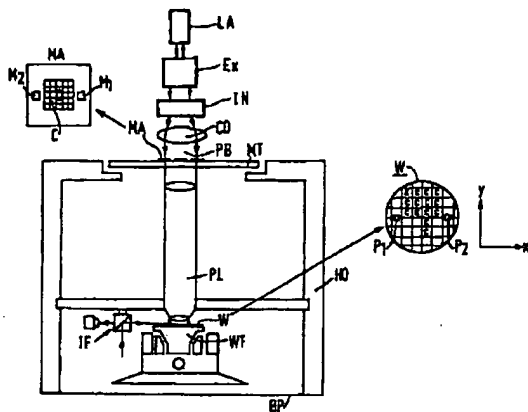
PB 投影ビーム

PL 投影システム

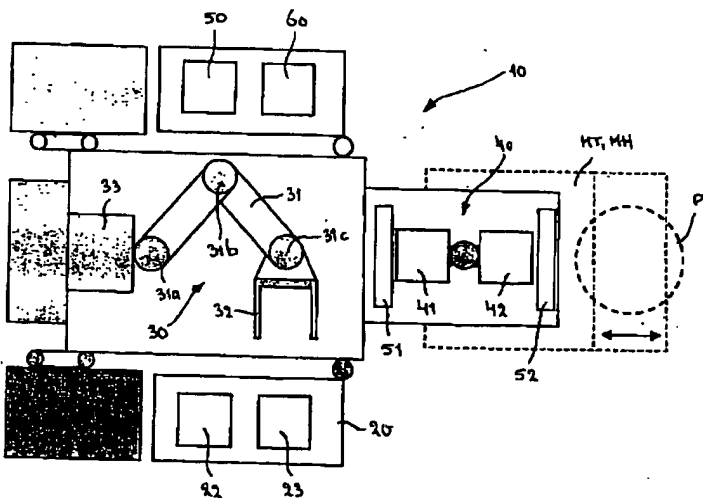
W 基板

WT 基板テーブル

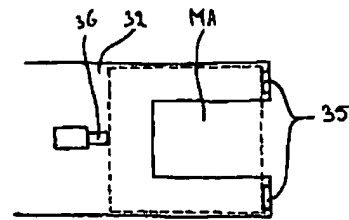
【図1】



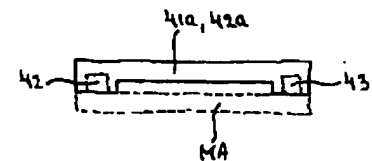
【図2】



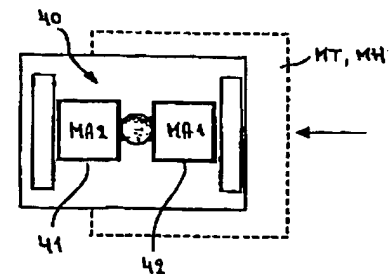
【図3】



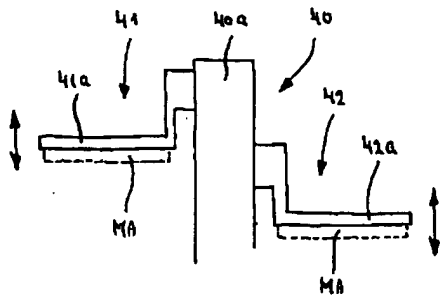
【図4b】



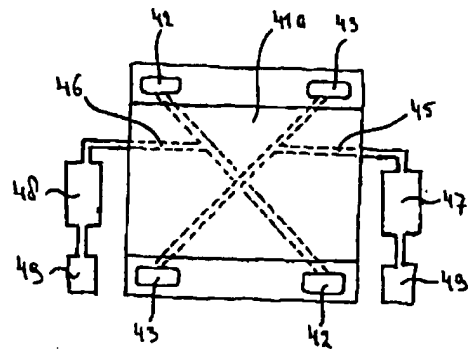
【図6b】



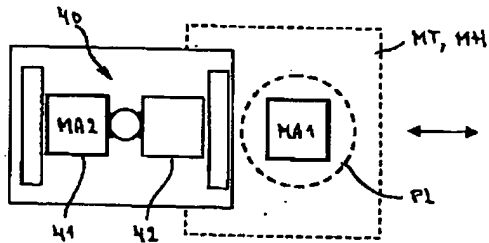
【図4a】



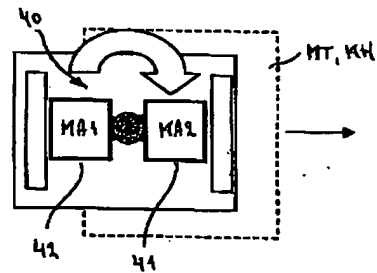
【図5】



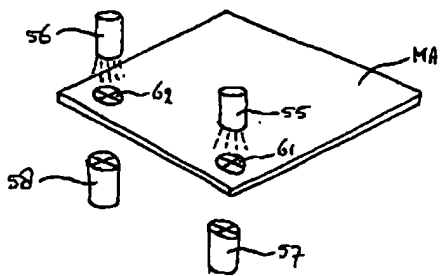
【図6a】



【図6c】



【図7】



【手続補正書】

【提出日】平成12年4月25日(2000. 4. 25)

【手続補正1】

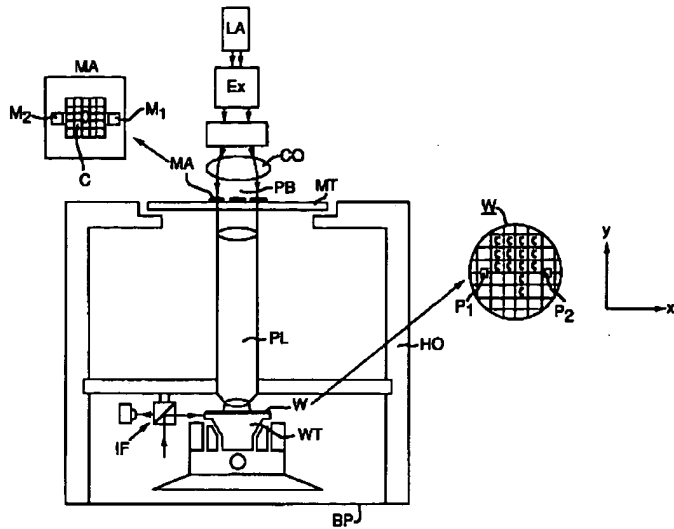
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】全図

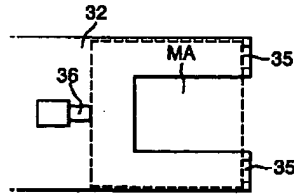
【補正方法】変更

【補正内容】

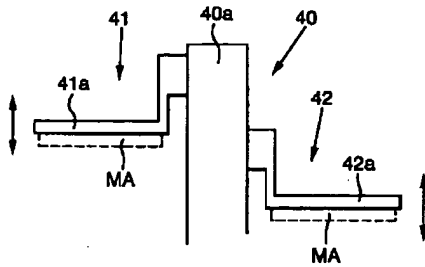
【図1】



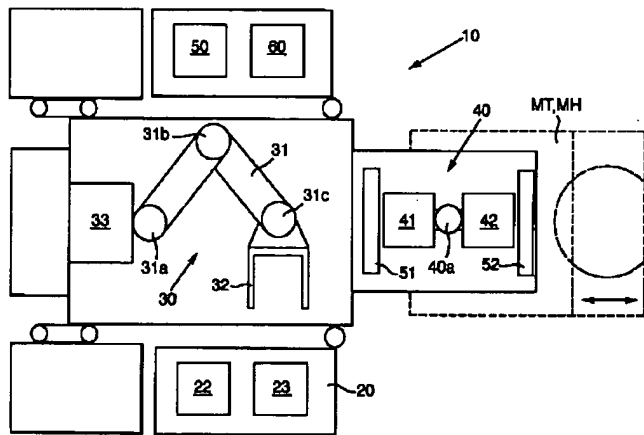
【図3】



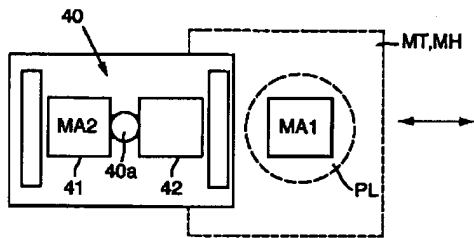
【図4 a】



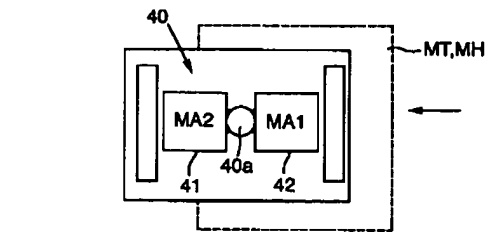
【図2】



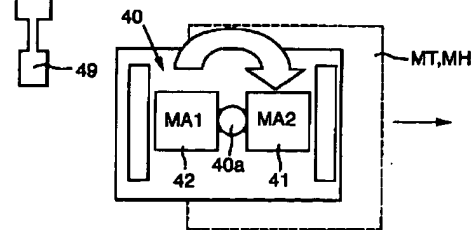
【図6 a】



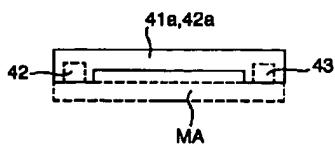
【図6 b】



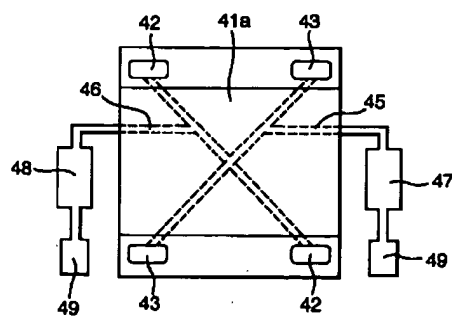
【図6 c】



【図4 b】



【図5】



【 7】

